

## СТАБИЛИЗАЦИЯ ЗОЛЕЙ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЖЕЛЕЗА В РАСТВОРАХ ХИТОЗАНА

*Протас С.А., Тюкова И.С., Сафронов А.П.*

Уральский федеральный университет

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, д. 19

Магнитные наночастицы имеют разнообразное применение в биомедицине и фармации из-за их биосовместимости, легкой модификации поверхности и магнитных свойств. Магнитные свойства этих частиц позволяют манипулировать ими при приложении внешнего магнитного поля. Это свойство открывает новые возможности применения магнитных наночастиц. Например, магнитно-резонансную томографию, разделение клеток, магнитную гипертермию, доставку лекарственных средств: когда лекарства, которые прикрепленные к наночастице направленно перемешают в организме с помощью магнитного поля в требуемые области. Однако из-за высокоразвитой поверхности наночастицы обладают избыточной энергией и высокой химической активностью, что приводит к их агрегации. Устойчивые суспензии магнитных наночастиц можно получить, используя низкомолекулярные электролиты, либо адсорбируя на поверхности частиц низкомолекулярные ПАВ или полимерные стабилизаторы. Герметизация магнитных наночастиц в макромолекулах биополимера хитозана может улучшить их механические и функциональные свойства. Наличие функциональных групп в элементарном звене хитозана обеспечивает специфическое взаимодействие макромолекул с широким спектром неорганических систем и стабилизацию суспензий наночастиц при небольших концентрациях.

Данная работа является продолжением изучения стабильности золь наночастиц оксида железа, при использовании в качестве стабилизатора растворов хитозана различных концентраций. Цель состоит в получении устойчивых суспензий с pH близким к нейтральному и изучении возможности их соединения с физиологическими растворами.

Объектами исследования являлись: нанопорошок оксида железа, полученный методом лазерного испарения, с удельной поверхностью 91 м<sup>2</sup>/г; образец хитозана с молекулярной массой 440 кДа и степенью деацетилирования 70 %. Золь нанопорошка в растворе цитрата натрия с концентрацией 5 ммоль/л имел средний размер частиц 40-60 нм. Хитозан вводили в золь виде раствора в хлороводородной кислоте ( $C_{HCl} = 0,02$  моль/л). Для нейтрализации дисперсионной среды использовали фосфатный буфер с pH = 6,86; 7,2; 7,6. Во всех экспериментах концентрация золя составляла от 0,10 до 0,16 г/л, концентрация полимера варьировалась от  $5,0 \times 10^{-4}$  до 0,4 г/л.

Размер частиц и их  $\zeta$ -потенциал в золе оценивали методом динамического светорассеяния с помощью анализатора Brookhaven ZetaPlus. рН дисперсионной среды золей измеряли потенциометрически с помощью стеклянного электрода.

В результате исследований были получены концентрационные зависимости изменения размера и  $\zeta$ -потенциала частиц в золе от концентрации полимера при различных значениях рН. Установлено, что механизм стабилизации наночастиц оксида железа в кислой среде отличается от поведения золей при повышении кислотности среды выше 5,0.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ гранта 14-19-00989.*

## **ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕТРАЭТОКСИСИЛАНА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ НЕОРГАНИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ**

*Ефремов А.Н., Антошкина Е.Г., Ракова О.В.*

Южно-Уральский государственный университет  
454080, г. Челябинск, пр. Ленина, д. 76

В последние годы значительно возросла роль золь-гель технологии, которая позволяет получать нанокomпозиционные, наноразмерные неорганические материалы, в том числе тонкопленочные. Пленки находят широкое применение в качестве чувствительных элементов датчиков газа, защитных и диэлектрических покрытий. Научный интерес представляет управляемый синтез тонкопленочных материалов состава  $\text{SiO}_2\text{--Me}_x\text{O}_y$ .

Целью настоящей работы является разработка технологии получения тонкопленочных материалов на основе системы  $\text{SiO}_2\text{--Al}_2\text{O}_3\text{--NiO}$  золь-гель методом, а также исследование их свойств.

В качестве исходного компонента, во многом определяющего пленкообразующие свойства синтезируемого материала, был выбран раствор тетраэтоксисилана (ТЭОС)  $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$ . Этиловый спирт использовался как растворитель. Катализатором процесса гидролиза тетраэтоксисилана являлась азотная кислота. Модифицирующие неорганические добавки вводили через соли, растворимые в воде и этаноле, в виде нитратов. В качестве неорганических модификаторов были выбраны нитрат алюминия  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$  и нитрат никеля (II)  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ .

Для приготовления модифицированных кремнезольей использовались реактивы квалификации марки ч.д.а. Растворы готовили путем по-